

6p2713
5/Priority Paper
PATENT 6/14/99
450114-4503

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Kanji MIHARA et al.

RECEIVED

Serial No. : 09/257,127

APR 29 1998

Filed : February 25, 1999

Group 2700

For : DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING IMAGE
ENCODING, ENCODING SYSTEM, TRANSMISSION
SYSTEM AND BROADCAST SYSTEM

Art Unit : 2713

745 Fifth Avenue
New York, New York 10151
Tel. (212) 588-0800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents

Washington D.C. 20231, on April 23, 1999

for Gordon Kessler #38,571
for William S. Frommer, Reg. No. 25,506

Name of Applicant, Assignee or
Registered Representative

Gordon Kessler
Signature

April 23, 1999
Date of Signature

CLAIM OF PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In support of the claim of priority under 35. U.S.C.
§ 119 asserted in the Declaration accompanying the above-entitled
application, as filed, please find enclosed herewith a certified
copy of Japanese Application No. 9-176155, filed in Japan on 1
July 1997 forming the basis for such claim.

PATENT
450114-4503

Acknowledgement of the claim of priority and of the receipt of said certified copy(s) is requested.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

GORDON KESTER #38,571

By: 
William S. Frommer
Reg. No. 25,506
Tel. (212) 588-0800

Enclosure

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
this Office.

願年月日
Date of Application: 1997年 7月 1日

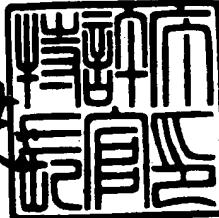
願番号
Application Number: 平成 9年特許願第176155号

願人
Applicant(s): ソニー株式会社

1999年 3月 19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山達志



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出証番号 出証特平11-3017151

【書類名】 特許願
【整理番号】 S970291392
【提出日】 平成 9年 7月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03M 07/30
【発明の名称】 画像符号化制御装置および方法
【請求項の数】 18
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 三原 寛司
【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代表者】 出井 伸之
【代理人】
【識別番号】 100098785
【弁理士】
【氏名又は名称】 藤島 洋一郎
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 019482
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9708092

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化制御装置および方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ画像データを含む複数の番組データを符号化する複数の符号化手段と、各符号化手段の出力データを多重化する多重化手段とを備えたシステムに用いられ、各符号化手段に対して単位時間当たりの目標発生符号量としての目標符号レートを設定して各符号化手段を制御する画像符号化制御装置であって、

各番組データ毎に符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、取得した各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートを決定する暫定的目標符号レート決定手段と、

各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、前記暫定的目標符号レート決定手段によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定し、各符号化手段に対して設定する目標符号レート修正手段と

を備えたことを特徴とする画像符号化制御装置。

【請求項 2】 前記暫定的目標符号レート決定手段において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、各番組データ毎に予め定められた目標符号レートの最大値、最小値および平均値と各番組データ毎の符号化難易度の平均値とに応じて設定されることを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化制御装置。

【請求項 3】 前記暫定的目標符号レート決定手段において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、符号化難易度が大きいほど目標符号レートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度と目標符号レートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標符号レートは小さくなり、符号化難易度がその平均値よりも小さい所定の範囲では、符号化難易度と目標符号レートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標符号レートは大きくなるように設定されることを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化制御装置。

【請求項4】 前記暫定的目標符号レート決定手段において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、符号化難易度が大きいほど目標符号レートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度が大きくなるに従って、符号化難易度の変化に対する目標符号レートの変化の傾きが小さくなるように設定されることを特徴とする請求項1記載の画像符号化制御装置。

【請求項5】 前記暫定的目標符号レート決定手段は、この暫定的目標符号レート決定手段によって決定される暫定的な目標符号レートの平均値が予め定められた目標符号レートの平均値に近づくように、既に取得した符号化難易度に基づいて、符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を随時更新することを特徴とする請求項1記載の画像符号化制御装置。

【請求項6】 前記目標符号レート修正手段は、最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定する過程で、各番組データ毎の暫定的な目標符号レートの総和と前記許容値との比率を各番組データ毎の暫定的な目標符号レートに乗ずることを特徴とする請求項1記載の画像符号化制御装置。

【請求項7】 前記目標符号レート修正手段は、前記比率を各番組データ毎の暫定的な目標符号レートに乗じて得られた値が、各番組データ毎に予め定められた目標符号レートの最大値または最小値を越える番組データに関しては、前記最大値または最小値を最終的な目標符号レートとして決定し、残りの番組データに関しては、残りの番組データの目標符号レートの総和が、前記許容値から既に決定された目標符号レートを引いた値内に収まるように、暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定することを特徴とする請求項6記載の画像符号化制御装置。

【請求項8】 各符号化手段は、それぞれ複数枚の画像単位で目標符号レートの変更が可能なものであり、

前記暫定的目標符号レート決定手段は、各画像単位で暫定的な目標符号レートを決定し、

前記目標符号レート修正手段は、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、目標符号レートの変更が可能な符号化手段につい

てのみ、前記暫定的目標符号レート決定手段によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定し、符号化手段に対して設定することを特徴とする請求項1記載の画像符号化制御装置。

【請求項9】 前記目標符号レート修正手段は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レート以下の場合は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段について、暫定的な目標符号レートをそのまま最終的な目標符号レートとして決定し、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レートを越える場合は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての最終的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レート内に収まるように、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定することを特徴とする請求項8記載の画像符号化制御装置。

【請求項10】 それぞれ画像データを含む複数の番組データを符号化する複数の符号化手段と、各符号化手段の出力データを多重化する多重化手段とを備えたシステムに用いられ、各符号化手段に対して単位時間当たりの目標発生符号量としての目標符号レートを設定して各符号化手段を制御する画像符号化制御方法であって、

各番組データ毎に符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、取得した各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートを決定する暫定的目標符号レート決定手順と、

各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、前記暫定的目標符号レート決定手順によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定し、各符号化手段に対して設定する目標符号レート修正手順と
を含むことを特徴とする画像符号化制御方法。

【請求項 1 1】 前記暫定的目標符号レート決定手順において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、各番組データ毎に予め定められた目標符号レートの最大値、最小値および平均値と各番組データ毎の符号化難易度の平均値とに応じて設定されることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像符号化制御方法。

【請求項 1 2】 前記暫定的目標符号レート決定手順において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、符号化難易度が大きいほど目標符号レートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度と目標符号レートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標符号レートは小さくなり、符号化難易度がその平均値よりも小さい所定の範囲では、符号化難易度と目標符号レートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標符号レートは大きくなるように設定されることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像符号化制御方法。

【請求項 1 3】 前記暫定的目標符号レート決定手順において用いる符号化難易度と目標符号レートとの対応関係は、符号化難易度が大きいほど目標符号レートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度が大きくなるに従って、符号化難易度の変化に対する目標符号レートの変化の傾きが小さくなるように設定されることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像符号化制御方法。

【請求項 1 4】 前記暫定的目標符号レート決定手順は、この暫定的目標符号レート決定手順によって決定される暫定的な目標符号レートの平均値が予め定められた目標符号レートの平均値に近づくように、既に取得した符号化難易度に基づいて、符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を隨時更新することを特徴とする請求項 1 0 記載の画像符号化制御方法。

【請求項 1 5】 前記目標符号レート修正手順は、最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定する過程で、各番組データ毎の暫定的な目標符号レートの総和と前記許容値との比率を各番組データ毎の暫定的な目標符号レートに乘ずることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像符号化制御方法。

【請求項16】 前記目標符号レート修正手順は、前記比率を各番組データ毎の暫定的な目標符号レートに乘じて得られた値が、各番組データ毎に予め定められた目標符号レートの最大値または最小値を越える番組データに関しては、前記最大値または最小値を最終的な目標符号レートとして決定し、残りの番組データに関しては、残りの番組データの目標符号レートの総和が、前記許容値から既に決定された目標符号レートを引いた値内に収まるように、暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定することを特徴とする請求項15記載の画像符号化制御方法。

【請求項17】 各符号化手段は、それぞれ複数枚の画像単位で目標符号レートの変更が可能なものであり、

前記暫定的目標符号レート決定手順は、各画像単位で暫定的な目標符号レートを決定し、

前記目標符号レート修正手順は、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についてのみ、前記暫定的目標符号レート決定手順によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定し、符号化手段に対して設定することを特徴とする請求項10記載の画像符号化制御方法。

【請求項18】 前記目標符号レート修正手順は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レート以下の場合は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段について、暫定的な目標符号レートをそのまま最終的な目標符号レートとして決定し、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レートを越える場合は、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての最終的な目標符号レートの総和が、目標符号レートの変更が可能な符号化手段に対して割り当て可能な符号レート内に収まるように、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についての暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定することを特徴とする請求項17記載の画像符号化制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像データを圧縮符号化する画像符号化制御装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、画像データ等をデジタルデータとして送受信するデジタル放送が注目されている。デジタル放送の利点は、アナログ放送に比べて、同じ伝送路においてより多くの番組データ（以下、プログラムという。）を伝送することが可能であるということである。これは画像データを圧縮して伝送できるということによるところが大きい。画像データの圧縮の方法としては、例えばMPEG (Moving Picture Experts Group) 規格で採用されている双方向予測符号化方式がある。この双方向予測符号化方式では、フレーム内符号化、フレーム間順方向予測符号化および双方向予測符号化の3つのタイプの符号化が行われ、各符号化タイプによる画像は、それぞれIピクチャ (intra coded picture) 、Pピクチャ (predictive coded picture) およびBピクチャ (bidirectionally predictive coded picture) と呼ばれる。

【0003】

デジタル放送における画像の圧縮符号化では、圧縮符号化後のデータ量（ビット量）を、伝送路の伝送容量以下に抑えつつ、画質を高品質に保つ必要がある。

【0004】

所定の伝送容量の伝送路に対して、より多くのプログラムを流す方法として、「統計多重」という手法がある。統計多重は、各プログラムの伝送レートを動的に変化させることにより、より多くのプログラムを伝送する手法である。この統計多重では、例えば、伝送レートを減らしても画質の劣化が目立たないプログラムについては伝送レートを減らすことにより、より多くのプログラムの伝送を可能にする。

【0005】

ここで、図11および図12を参照して、統計多重について更に説明する。図11は、従来の固定レートにより多重化した場合の各プログラムに対する割当符号レートの一例を表したものであり、縦軸が各プログラムに対する割当符号レート、横軸が時間を表している。図11に示したように、例えば天気予報、ニュースおよびドラマといった多重化される各プログラムの割当符号レートは、初期値として割り当てられた符号レートのままであり、時間の経過によって変動していない。各プログラムに対して初期値として割り当てられる符号レートは、各プログラムの画質の劣化が目立つ部分（時間）における画質の劣化が許容範囲に収まるように割り当てられている。従って、画質の劣化が目立つ部分以外には、必要以上の符号レートが割り当てられていることになる。

【0006】

図12は、統計多重の手法を用いて、各プログラムに対する割当符号レートを動的に変化させて多重化した場合の各プログラムに対する割当符号レートの一例を表したものであり、縦軸が各プログラムに対する割当符号レート、横軸が時間を表している。統計多重は、各プログラムの画質の劣化が目立つ部分（時間）が同一時に重なることが稀であることを利用したものである。そのため、あるプログラムでは画質劣化が目立つ部分であるとき、他のプログラムは符号レートを落としても画質劣化が目立たない場合が多いので、他のプログラムの符号レートを落として、画質劣化が目立つプログラムに対して符号レートを多く割り当てることができる。図12に示した例では、時刻Pにおいて、ドラマ(1)では画質劣化が目立つ部分であり、ニュースおよびドラマ(2)では画質劣化が目立たない部分であるとき、ニュースおよびドラマ(2)の符号レートを落として、ドラマ(1)に対してその分の符号レートを多く割り当てる。このようにして、統計多重を用いることにより、通常よりも多くのプログラムを伝送することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような統計多重では、各プログラムに対して割り当てる符号レートとしてのビットレート量を決めるビットレート割当手法が、画質等を決定す

る重要な要素である。ビットレート割当手法として従来から提案されている代表的な手法としては、各プログラムで用いる量子化ステップを監視して、その量子化ステップが全てのプログラムで同じになるように、あるいは予め各プログラムに対して設定された重み付けに従ったバランスになるように、量子化ステップをフィードバック制御するというものがある。このようなフィードバック制御では、ある画像の符号化が終了した後で、その画像の符号化の際の量子化ステップに基づいて次のビットレートを決定するので、シーンチェンジ等で急激に難しい絵柄に変わった場合には対応が遅れてしまい、画像の歪みが顕著に生じるという問題点があった。

【0008】

一方、このようなフィードバック制御による制御系の対応の遅延の問題を解決するために、本出願人は、これから符号化しようとする画像に関して、符号化の難易度を表す符号化難易度 (Difficulty) を先に求め、この符号化難易度に応じて、各プログラムのビットレートを決定するフィードフォワード制御という手法を提案している。このフィードフォワード制御の手法は、基本的に各プログラムから先読みされた符号化難易度データの比率に応じて、多重化後の総ビットレートを各プログラムに分配することにより実現される。符号化難易度データの比率に応じた各プログラムに対するビットレートの配分は、次の式（1）のように比例配分により決定される。

【0009】

$$R_i = (D_i / \sum D_k) \times \text{Total Rate} \quad \dots (1)$$

【0010】

なお、式（1）において、 R_i は i 番目のプログラムのビットレート、 D_i はそのプログラムの単位時間当たりの符号化難易度、Total Rate は総ビットレート、 Σ は、 $k = 1 \sim L$ (L は総プログラム数) についての総和を意味する。

【0011】

あるいは、各プログラムに対するビットレートの配分は、各プログラムに重み係数 W_i を付け加えて、次の式（2）のように決定される。

【0012】

$$R_i = \{W_i \times D_i / \sum (W_k \times D_k)\} \times \text{Total Rate} \quad \dots (2)$$

【0013】

しかしながら、上述の符号化難易度によるビットレートの比例配分には以下に述べるような3つの問題がある。

(1) 符号化難易度による比例配分は、必ずしも人間の視覚特性に最適ではない。例えば、簡単な絵柄は符号化難易度が低くなるのでビットレートは低く抑えられるが、人間の視覚特性は簡単な絵柄に対して歪みを発見しやすく、逆に込み入った絵柄に対しては歪みに気付きにくいという傾向がある。従って、符号化難易度に応じて単純にビットレートを比例配分してしまうと、難しい絵柄のプログラムではビット量が必要以上に配分され、逆にビット量を減らされた簡単な絵柄のプログラムでは、符号化による歪みが目立つため、視聴者にとって不快になる。

【0014】

(2) 各プログラムには、実際の運用上では、最大ビットレートおよび最小ビットレートが定められており、その範囲内で制御することになる。このように、ビットレートの上限値および下限値の制約がある場合には、各プログラムについて、順番に式(1)を用いてビットレートを計算し、得られたビットレートが上限値あるいは下限値を越えている場合は、上限値を越えているビット量あるいは下限値よりも不足しているビット量を他のプログラムに回してから再度計算し直すといった非常に複雑な処理が必要となる。

【0015】

(3) 一般的に、統計多重を用いるデジタル放送局では、各プログラム提供企業に対して、占有するビットレートに応じて課金することが行われる。その際に、デジタル放送局は、各プログラム提供企業の予算に応じて、予め平均ビットレートの割り振りを求められることが多い。しかしながら、式(2)における重み係数 W_i は平均ビットレートの比率とは全く対応しないものである。例えば、重み係数 W_i が全て等しく 1 であったとしても、全てのプログラムで平均ビットレートが同じになることはありえず、スポーツチャンネルのような動きの激しい絵

柄のプログラムは、天気予報チャンネルのような動きのほとんどない絵柄のプログラムに比べて平均ビットレートが高くなる。つまり、重み係数 W_i は画質に関する比率であって、ビットレートの比率ではない。現実にはビットレートの比率による設定を求められる場合の方が多い。

【0016】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、統計多重の手法を用いながら、人間にとつての主観的に最適な絵柄の実現を可能にすると共に、各番組データ毎に、平均符号レート、最小符号レートおよび最大符号レートの設定に対応した目標符号レートの割当を可能とした画像符号化制御装置および方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像符号化制御装置は、それぞれ画像データを含む複数の番組データを符号化する複数の符号化手段と、各符号化手段の出力データを多重化する多重化手段とを備えたシステムに用いられ、各符号化手段に対して単位時間当たりの目標発生符号量としての目標符号レートを設定して各符号化手段を制御する画像符号化制御装置であつて、各番組データ毎に符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、取得した各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートを決定する暫定的目標符号レート決定手段と、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、暫定的目標符号レート決定手段によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定し、各符号化手段に対して設定する目標符号レート修正手段とを備えたものである。

【0018】

本発明の画像符号化制御方法は、それぞれ画像データを含む複数の番組データを符号化する複数の符号化手段と、各符号化手段の出力データを多重化する多重化手段とを備えたシステムに用いられ、各符号化手段に対して単位時間当たりの目標発生符号量としての目標符号レートを設定して各符号化手段を制御する画像

符号化制御方法であって、各番組データ毎に符号化の難易度を表す符号化難易度を取得し、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、取得した各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートを決定する暫定的目標符号レート決定手順と、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、暫定的目標符号レート決定手順によって決定された暫定的な目標符号レートを修正して最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定し、各符号化手段に対して設定する目標符号レート修正手順とを含むものである。

【0019】

本発明の画像符号化制御装置では、暫定的目標符号レート決定手段によって、各番組データ毎に符号化の難易度を表す符号化難易度が取得され、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートの対応関係を用いて、取得された各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートが決定される。この暫定的な目標符号レートは、目標符号レート修正手段により、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、修正されて最終的な各番組データ毎の目標符号レートが決定され、各符号化手段に対して設定される。

【0020】

本発明の画像符号化制御方法では、暫定的目標符号レート決定手順によって、各番組データ毎に符号化難易度が取得され、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、各番組データ毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートが決定される。更に、目標符号レート修正手順によって、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、各番組データ毎の暫定的な目標符号レートが修正されて最終的な目標符号レートが決定される。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0022】

図1は、本発明の一実施の形態に係る画像符号化制御装置としてのコントローラ、複数の番組データを符号化する複数の符号化手段としての画像符号化装置および各符号化手段の出力データを多重化する多重化手段としての多重化装置を含む統計多重システムの構成例を示すブロック図である。この統計多重システム1は、それぞれ、本発明における番組データとしてのプログラム S_i （ i は1以上の整数値）を入力し、圧縮符号化する複数の画像符号化装置 2_i と、各画像符号化装置 2_i に対してフィードフォワード型のビットレート制御を行う本実施の形態に係る画像符号化制御装置としてのコントローラ3と、各画像符号化装置 2_i よりそれぞれ出力される圧縮符号化データ S_{t_i} を多重化して、伝送路に対して画像データ S_m を出力する多重化装置4とを備えている。

【0023】

図3は、図1におけるコントローラ3のハードウェア構成を示すブロック図である。コントローラ3は、CPU（中央処理装置）51と、ROM（リード・オンリ・メモリ）52と、作業領域となるRAM（ランダム・アクセス・メモリ）53と、これらが接続されたバス70とを備えている。コントローラ3は、更に、それぞれ、インターフェース（図3では、I/Fと記す。）54～59を介してバス70に接続されたCRT（陰極線管）60、ハードディスクドライブ61、CD（コンパクトディスク）-ROMドライブ62、フロッピィディスクドライブ63、キーボード64およびマウス65とを備えている。

【0024】

このコントローラ3では、CPU51が、RAM53を作業領域として、例えばROM52あるいはハードディスクドライブ61内のハードディスクに格納されたビットレート制御プログラムを実行することによって後述する各機能を実現するようになっている。ビットレート制御プログラムは、CD-ROMドライブ62によって駆動されるCD-ROMや、フロッピィディスクドライブ63によって駆動されるフロッピィディスクに記録し、これらからハードディスクドライブ61内のハードディスクにインストールするようにしても良い。

【0025】

図2は、図1における画像符号化装置 2_i の詳細な構成を示すブロック図である。この図に示したように、画像符号化装置 2_i は、プログラム S_i を入力し、圧縮符号化のための前処理等を行うエンコーダ制御部11と、このエンコーダ制御部11の出力データを所定時間だけ遅延して出力するためのFIFO(先入れ先出し)メモリ12と、このFIFOメモリ12の出力データを入力し、ピクチャ毎にピクチャタイプに応じた符号化方法によって圧縮符号化して、圧縮画像データ S_{t_i} を出力するエンコーダ13と、エンコーダ制御部11の出力データに基づいて動きベクトルを検出し、エンコーダ13に送る動き検出回路14と、エンコーダ制御部11から出力されるINTRAACデータ S_{a_i} と動き検出回路14から出力されるME残差データ S_{z_i} とに基づいてエンコーダ13を制御する符号化制御部15とを備えている。なお、ME残差とは、簡単に言うと、動き予測誤差をピクチャ全体について絶対値和あるいは自乗和したものであり、ME残差データ S_{z_i} は、ME残差を求めるためのデータであり、後で詳しく説明する。

【0026】

エンコーダ制御部11は、プログラム S_i を入力し、符号化する順番に従ってピクチャ(Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャ)の順番を並べ替える画像並べ替え回路21と、この画像並べ替え回路21の出力データを入力し、フレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換および 16×16 画素のマクロブロック化を行う走査変換・マクロブロック化回路22と、この走査変換・マクロブロック化回路22の出力データを入力し、IピクチャにおけるINTRAACを算出し、INTRAACデータ S_{a_i} を符号化制御部15に送ると共に、走査変換・マクロブロック化回路22の出力データをFIFOメモリ12および動き検出回路14に送るINTRAAC演算回路23とを備えている。なお、INTRAACとは、Iピクチャにおいて、 8×8 画素のDCT(離散コサイン変換)ブロック内の各画素の画素値とDCTブロック内の画素値の平均値との差分の絶対値の総和として定義され、絵柄の複雑さを表すものといえる。

【0027】

エンコーダ13は、FIFOメモリ12の出力データと予測画像データとの差分をとる減算回路31と、この減算回路31の出力データに対して、DCTブロック単位でDCTを行い、DCT係数を出力するDCT回路32と、このDCT回路32の出力データを量子化する量子化回路33と、この量子化回路33の出力データを可変長符号化する可変長符号化回路34と、この可変長符号化回路34の出力データを一旦保持し、ビットストリームからなる圧縮符号化データ S_t_i として出力するバッファメモリ35と、量子化回路33の出力データを逆量子化する逆量子化回路36と、この逆量子化回路36の出力データに対して逆DCTを行う逆DCT回路37と、この逆DCT回路37の出力データと予測画像データとを加算して出力する加算回路38と、この加算回路38の出力データを保持し、動き検出回路14から送られる動きベクトルに応じて動き補償を行って予測画像データを減算回路31および加算回路38に出力する動き補償回路39とを備えている。

【0028】

動き検出回路14は、エンコーダ制御部11の出力データに基づいて、圧縮符号化の対象となるピクチャの注目マクロブロックと、参照されるピクチャにおいて注目マクロブロックとの間の画素値の差分の絶対値和あるいは自乗和が最小となるマクロブロックを探して、動きベクトルを検出して動き補償回路39に送るようになっている。また、動き検出回路14は、動きベクトルを求める際に、最小となったマクロブロック間における画素値の差分の絶対値和あるいは自乗和を、ME残差データ S_{z_i} として符号化制御部15に送るようになっている。

【0029】

符号化制御部15は、動き検出回路14からのME残差データ S_{z_i} をピクチャ全体について足し合わせた値であるME残差を算出するME残差計算部41と、このME残差計算部41によって算出されたME残差とイントラAC演算回路23からのイントラACデータ S_{a_i} とに基づいて、ピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度 D_i を算出し、コントローラ3に送る符号化難易度計算部42とを備えている。

【0030】

符号化制御部15は、更に、符号化難易度計算部42によって算出された符号化難易度 D_i に基づいてコントローラ3において決定された目標ビットレートRate_iとなるように量子化回路33における量子化特性値に対応する量子化インデックスを決定し、量子化回路33に送る量子化インデックス決定部45を備えている。

【0031】

ここで、符号化難易度(Difficulty)について説明する。符号化難易度は、ピクチャの符号化の難易度を表すものであるが、これは、同じ画質を保つために必要なデータ量の比率言い換えることができる。符号化難易度を数値化する方法は種々考えられる。符号化難易度を算出するためのパラメータとしては、前述のイントラACやME残差の他に、アクティヴィティやフラットネスがある。アクティヴィティとは、映像の絵柄の複雑さを表し、例えば原画の輝度信号の画素値の分散に基づいて算出され、TM5(Test Model Editing Committee : "Test Model 5"; ISO/IEC JTC/SC292/WG11/N0400(Apr.1993))等においてマクロブロックの量子化値の算出のために用いられる。フラットネスとは、映像の空間的な平坦さを表す指標として定義され、映像の複雑さを表し、映像の絵柄の難しさ(難度)および圧縮後のデータ量と相関性を有する。前述のように、イントラACおよびアクティヴィティは絵柄の複雑さを表し、ME残差は映像の動きの速さおよび絵柄の複雑さを表し、フラットネスは映像の空間的な平坦さを表し、これらは符号化の難易度と強い相関があることから、これらを変数とする一次関数等により、符号化難易度を算出することが可能である。また、本出願人は、符号化難易度をより正確に数値化する手法として、例えばTM5において規定され、以前に符号化した同じタイプのピクチャにおける画面の複雑さを示すパラメータであるグローバル・コンプレキシティ(Global Complexity)や、先読みした統計量(ME残差、アクティヴィティ、フラットネスおよびイントラAC)から符号化難易度へ変換する変換式を時々刻々、学習により更新していく方法を提案している。この方法では、例えば、1つのピクチャを圧縮する毎に、グローバル・コンプレキシティを先読みした統計量で除算して、符号化難易度データの近似に用いられ

る重み付け係数を算出し、演算処理に用いられる重み付け係数を更新する。この重み付け係数の更新により、常に、映像データの絵柄に最適な重み付け係数を用いることができ、先読みした統計量により符号化難易度を高い精度で近似することが可能になる。

【0032】

このような手法により先読みした統計量（イントラAC, アクティヴィティ等）に基づいて、精度の高い符号化難易度が得られる場合、その符号化難易度を用いて統計多重における各プログラムの目標ビットレートRateを決定することが可能である。

【0033】

次に、符号化難易度に基づいた各プログラムへの目標ビットレートの割当方法について説明する。以下、簡単のために、先読みされる符号化難易度データは1GOP (Group Of Picture) 分であるとして説明する。ここで、1GOPのピクチャの枚数はN枚であるとする。すなわち、i番目のプログラムのピクチャjを符号化するときに、ピクチャjからピクチャj+N-1までのN枚のピクチャに関する符号化難易度データ $D_{i,j} \sim D_{i,j+N-1}$ が得られているものとする。また、簡単のために、各画像符号化装置は、毎フレーム単位に目標ビットレートを変更可能であるとする。なお、各画像符号化装置がGOP単位にしか目標ビットレートを変更できない場合の目標ビットレートの割当方法については、本実施の形態の变形例において説明する。

【0034】

コントローラ3は、各プログラムそれぞれに、符号化難易度と目標ビットレートとの対応関係を表す式として、符号化難易度を目標ビットレートに変換するための変換式を与え、この変換式を用いて、各プログラムが要求する暫定的な目標符号レートとしての仮のビットレートを計算するようになっている。そこで、各プログラムの仮のビットレートの合計と、所定の許容値、例えば全体の回線容量との比率を用いて、実際に各プログラムに割り当てる目標ビットレートを計算するようになっており、その際、各プログラムの符号化難易度から目標ビットレートへの変換式は、そのプログラムについての仮のビットレートの平均値がそのP

ログラムに対して予め設定された目標ビットレートの平均値に近づくように、既に取得した符号化難易度データに基づいて、随時更新していくようになっている。また、符号化難易度データについても、常に最新のN枚の符号化難易度データを単位時間当たりの符号化難易度に換算することにより、各プログラムのG O Pの位相がそろっていない状況においても、最新の状態に基づいた目標ビットレートの割当を可能にする。

【0035】

以下に、コントローラ3が各プログラムに割り当てる目標ビットレート決定のためのピクチャ毎に行う3つのステップについて、詳細に説明する。なお、以下の説明は、本実施の形態に係る画像符号化制御方法の説明を兼ねている。第1のステップでは、コントローラ3は、各プログラム毎に、最新のN枚のデータから、単位時間当たりの符号化難易度を求めるようになっている。ここでは、コントローラ3は、まず、全プログラムについて、符号化難易度計算部42により求められた最新のN枚の符号化難易度データの合計 ΣD_{ik} を求める。そして、プログラム S_i がピクチャ j をこれから符号化する際には、最新のN枚の符号化難易度の平均値にピクチャレートPicture Rateを掛けることにより、1秒当たりに換算した符号化難易度 $D A_i$ を次の式(3)により求める。なお、 Σ は、 $k = j \sim j + N - 1$ についての総和を意味する。

【0036】

$$D A_i = (\Sigma D_{ik} \times \text{Picture Rate}) / N \quad \dots (3)$$

【0037】

ここで、単位時間(1秒間)当たりに換算した符号化難易度 $D A_i$ を求める理由は、2-3 ブルダウンを行うプログラム等では、1 G O Pに必要な時間が異なるために、G O P単位の符号化難易度の合計からだけでは、目標ビットレートを決定できないからである。

【0038】

次に、第2のステップでは、コントローラ3は、各プログラムについて、単位時間当たりの符号化難易度を目標ビットレートに変換するための変換式を用いて、各プログラムが要求する仮のビットレートを決定するようになっている。ここ

では、コントローラ3は、単位時間（1秒）当たりに換算した符号化難易度DA_iを用いて、各プログラム毎の仮のビットレートTmp Rateを決定すると共に、符号化難易度DA_iから仮のビットレートTmp Rateへの変換式を最新のものに更新する。

【0039】

ここで、DVD（デジタルビデオディスク）等のオーサリング（制作）に用いられる2パスエンコーディングにおいても採用されているように、符号化難易度とビットレートの関係は、比例関係ではなく、比例関係と比較すると、符号化難易度が小さいところには多めに、符号化難易度が大きいところには少なめにビットレートを割り当てる方が人間の主観的な画質評価結果が向上する。そこで、本実施の形態では、符号化難易度から目標ビットレートへの変換式を、符号化難易度が大きいほど目標ビットレートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度と目標ビットレートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標ビットレートは小さくなり、符号化難易度がその平均値よりも小さい所定の範囲では、符号化難易度と目標ビットレートが比例関係である場合に比べて同じ符号化難易度に対応する目標ビットレートは大きくなるように設定する。

【0040】

図4は、単位時間当たりに換算した符号化難易度DA_iと割り当てるビットレートとの関係の一例を表したものである。この図において、縦軸は割り当てるビットレート、横軸は単位時間当たりに換算した符号化難易度DA_iを示す。図4に示したように、本実施の形態では、符号化難易度DA_iの値が大きくなるほど大きなビットレートをそのプログラムに割り当てることがわかる。なお、図中、Max Rate, Min RateおよびAvg Rateは、各プログラム毎に設定されている最大ビットレート、最小ビットレート、平均ビットレートである。なお、各プログラム毎に設定される平均ビットレートの合計は、回線（伝送路）容量Total Rateを上回ってはならない。また、図中、Avg Difficultyは、符号化する入力映像素材の平均符号化難易度の推定値である。推定値とするのは、入力映像素材の符号化難易度は、無限に符号化が継続するような放送のアプリケーションでは不明で

あるため、過去の符号化結果から推定するしかないのである。この算出方法は後述する。

【0041】

このようにMax Rate, Min Rate, Avg RateおよびAvg Difficultyが与えられたとき、符号化難易度DA_iと、i番目のプログラムに割り当てられる仮のビットレートTmp Rate_iとの関係は、図4に示した例では、符号化難易度DA_iが0であるときMin Rate、符号化難易度DA_iがAvg DifficultyであるときAvg Rateとなるような直線で示され、且つ、ビットレートがMax Rateを越えないような制限が設けられる。すなわち、次の式(4)によりプログラムiの仮のビットレートTmp Rate_iが決定される。

【0042】

$$\text{Tmp Rate}_i = \min \{ \text{Min Rate} + (\text{Avg Rate} - \text{Min Rate}) / \text{Avg Difficulty} \times \text{DA}_i, \text{Max Rate} \} \quad \cdots (4)$$

【0043】

なお、 $\min \{x, y\}$ は、xとyのうちの小さい方をとるという意味である。

【0044】

このようにして、コントローラ3は、全てのプログラムに対する仮のビットレートTmp Rateを決定する。なお、符号化難易度とビットレートとの関係は、図5におけるAに示したような直線関係ではなく、図5におけるBに示したような、符号化難易度が大きいほどビットレートが大きくなり、且つ、符号化難易度がその平均値よりも大きい所定の範囲では、符号化難易度が大きくなるに従って、符号化難易度の変化に対するビットレートの変化の傾きが小さくなるように、例えば指數関数的に傾きが緩やかになるような関係式により定義しても良い。

【0045】

次に、ステップ3では、コントローラ3は、全てのプログラムからの仮のビットレートを足し合わせたものと、全体の回線容量との比率を用いて、各プログラムの目標ビットレートを決定する。この際、各プログラムの目標ビットレートが、それぞれの最大ビットレート、最小ビットレートの制限を越えないような処理

を行うようになっている。ここでは、コントローラ3は、まず、全てのプログラムに対して求められた仮のビットレート $Tmp\ Rate_1 \sim Tmp\ Rate_L$ の総和 $Sum\ Tmp\ Rate$ を次の式(5)により求める。なお、 Σ は $k = 1 \sim L$ についての総和を意味する。

【0046】

$$Sum\ Tmp\ Rate = \sum Tmp\ Rate_k \dots (5)$$

【0047】

次に、コントローラ3は、式(5)により求めた仮のビットレートの総和 $Sum\ Tmp\ Rate$ と回線容量 $Total\ Rate$ を比較し、回線容量 $Total\ Rate$ を越えていたり、あるいは大きく下回っていないかどうかを検証し、その結果に基づいて実際の目標ビットレート $Rate$ を決定する。

【0048】

仮のビットレートの総和 $Sum\ Tmp\ Rate$ が回線容量 $Total\ Rate$ を越えている場合は、各プログラムが要求するビットレートの合計が回線容量を上回っているため、各プログラムの最終的な目標ビットレート $Rate$ は、仮のビットレート $Tmp\ Rate$ よりも低くしなければならない。そこで、コントローラ3は、基本的には、各プログラムの目標ビットレート $Rate_i$ を次の式(6)により決定する。

【0049】

$$Rate_i = Tmp\ Rate_i \times (Total\ Rate / Sum\ Tmp\ Rate) \dots (6)$$

【0050】

しかしながら、このように各プログラムの目標ビットレートを下げた場合には、各プログラムに対して設定された最小ビットレート $Min\ Rate$ を下回るプログラムが出る可能性もある。そこで、目標ビットレート $Rate_i$ が最小ビットレート $Min\ Rate_i$ よりも小さくなるプログラムが存在する場合には、そのプログラムの目標ビットレート $Rate_i$ の値を最小ビットレート $Min\ Rate_i$ とし、回線容量 $Total\ Rate$ から最小ビットレート $Min\ Rate_i$ としたプログラムのビットレートを差し引き、その残りのビットレートを各プログラムに対して分配する。その際、最小ビットレート $Min\ Rate$ ではないプログラム i の目標ビットレート $Rate_i$ は次の式(7)により表される。なお、 $\Sigma Min\ Rate_k$ は目標ビットレートを最小ビットレー

トとしたプログラムについての総和であり、 $\sum \text{Tmp Rate}_k$ は最小ビットレートとしたプログラムの仮のビットレートの総和を意味する。

【0051】

$$\text{Rate}_i = \text{Tmp Rate}_i \times (\text{Total Rate} - \sum \text{Min Rate}_k) / (\text{Sum Tmp Rate} - \sum \text{Tmp Rate}_k) \quad \dots (7)$$

【0052】

コントローラ3は、式(7)によりビットレートを分配後、新たに最小ビットレート Min Rate を下回るプログラムが存在した場合は、そのプログラムのビットレートの値を最小ビットレートとして、残りのプログラムについて、式(7)により目標ビットレートを決定する。

【0053】

一方、仮のビットレートの総和 Sum Tmp Rate が回線容量 Total Rate を越えていない場合は、各プログラムが要求するビットレートの合計が回線容量と等しいか回線容量を下回っているため、回線容量を越えることはないので、必ずしも修正する必要はない。しかし、回線容量を有効利用してよりよい画質を実現するために、各プログラムの目標ビットレートを仮のビットレートよりも高くすることが可能である。そこで、本実施の形態では、コントローラ3は、基本的には、式(6)により、各プログラムの目標ビットレート Rate_i を決定する。この場合、仮のビットレート Tmp Rate_i よりも大きな値の目標ビットレート Rate_i が得られる。しかしながら、このように各プログラムの目標ビットレートを上げた場合には、各プログラムに対して設定された最大ビットレート Max Rate を上回るプログラムが出る可能性もある。そこで、式(6)により決定された目標ビットレート Rate_i が最大ビットレート Max Rate_i よりも大きくなるプログラムが存在する場合には、そのプログラムのビットレートの値を最大ビットレート Max Rate_i とし、回線容量 Total Rate から最大ビットレート Max Rate_i としたプログラムiのビットレートを差し引き、その残りのビットレートを各プログラムに分配する。その際、最大ビットレート Max Rate ではないプログラムiの目標ビットレート Rate_i は次の式(8)により表される。なお、 $\sum \text{Max Rate}_k$ は目標ビットレートを最大ビットレートとしたプログラムについての総和であり、 $\sum \text{Tmp Rate}_k$ は最大ビッ

トレートとしたプログラムの仮のビットレートの総和を意味する。

【0054】

$$\text{Rate}_i = \text{Tmp Rate}_i \times (\text{Total Rate} - \sum \text{Max Rate}_k) / (\text{Sum Tmp Rate} - \sum \text{Max Rate}_k) \quad \cdots (8)$$

【0055】

コントローラ3は、式(8)によりビットレートを分配後、新たに最大ビットレートMax Rateを上回るプログラムが存在した場合は、そのプログラムのビットレートの値を最大ビットレートMax Rate_iとして、残りのプログラムについて、式(8)により目標ビットレートを決定する。

【0056】

また、本実施の形態では、前述のように各プログラムの符号化難易度から目標ビットレートへの変換式は、そのプログラムについての仮のビットレートの平均値がそのプログラムに対して予め設定された平均ビットレートに近づくように、既に取得した符号化難易度に基づいて、随時更新していくようにしている。そのため、コントローラ3は、生成した符号化難易度を用いて平均符号化難易度を更新するようになっている。ここで、各プログラムの符号化難易度に対するビットレートの関係式を決定しているパラメータは、初期値として設定するMax Rate, Min Rate, Avg Rateと、変数であるAvg Difficultyである。例えば映画のように、すでにある時間範囲の映像の符号化難易度の平均値が判っている場合はその値を用いればよいが、通常は符号化難易度の平均値はわかっていない。そこで、例えばG O Pに1回の間隔で、1秒間当たりに換算した符号化難易度D A_iを用いて、符号化する入力映像素材の平均の符号化難易度を更新する。Avg Difficultyの求め方は、種々考えられるが、例えば以前のAvg Difficultyに重みを付けて、最新の符号化難易度D A_iとの平均をとる方法により求められる。この場合、平均符号化難易度Avg Difficultyは、次の式(9)により求められる。

【0057】

$$\text{Avg Difficulty} = ((k-1) \times \text{Avg Difficulty}' + D A_i) / k \quad \cdots (9)$$

【0058】

なお、Avg Difficulty'は、前回の計算結果の平均符号化難易度であり、kは

重み係数であり、十分に大きな整数値（例えば256）とする。重み係数kの大きさは、符号化難易度の平均値の変動の時定数に対応し、重み係数kの値が大きいほど、平均値の変動は少ないが、実際の符号化難易度の平均値に近づくまでには時間がかかるため、アプリケーションに応じて重み係数kの大きさを設定するのが望ましい。

【0059】

また、Avg Difficultyの初期値には、統計的に求められた値が用いられる。例えば、入力映像の符号化の条件（解像度、プルダウンの有無等）および入力映像素材の種類（映画、ビデオ、スポーツ、ニュース等）によって、入力素材の平均符号化難易度として想定される値が設定される。例えば映像素材の場合は、2-3プルダウンおよびフレームDCTによる圧縮効率の向上が得られることから、符号化難易度の平均値は一般的にビデオ素材よりもかなり小さくなるため、Avg Difficultyの初期値としては小さめの値を設定する。

【0060】

このようにして、Avg Difficultyが求められると、仮のビットレートを算出する式(4)が更新される。図6は、Avg Difficultyが更新されたときの符号化難易度とビットレートの対応関係の変化の一例を表したものである。図中、Cは更新される前の平均符号化難易度Eに基づく対応関係を表し、Dは更新された後の平均符号化難易度Fに基づく対応関係を表したものである。図6に示したように、符号化難易度が更新されると、符号化難易度から仮のビットレートを求める変換式も若干変更され、結果として、全体の目標符号量の範囲内で符号化できるよう補正される。例えば、図6に示した例では、最新の符号化難易度が平均値Avg Difficultyを大きく上回ったために、Avg Difficultyが大きくなるように更新され、その結果、変換式の傾きが緩やかになっている。

【0061】

次に、図1に示した統計多重システム1の動作について説明する。この統計多重システム1では、プログラム S_i は、それぞれ、画像符号化装置 2_i によって符号化される。各画像符号化装置 2_i は、各プログラム S_i について、これから符号化しようとする画像に関する符号化の難易度を表す符号化難易度 D_i をコン

トローラ3にそれぞれ出力する。コントローラ3は、統計多重の手法を用いて、入力された符号化難易度 D_i に基づいて、各プログラム S_i に対する単位時間当たりの目標発生符号量である目標符号レートとしての目標ビットレート $Rate_i$ をそれぞれ決定し、各画像符号化装置 2_i に対して設定する。画像符号化装置 2_i は、設定された目標ビットレート $Rate_i$ に基づいて、プログラム S_i をそれぞれ圧縮符号化し、圧縮符号化データ S_{t_i} を多重化装置4に出力する。多重化装置4は、入力された各圧縮符号化データ S_{t_i} を多重化して出力用の画像データ S_m を生成し、伝送路に対して出力する。

【0062】

次に、図2に示した画像符号化装置 2_i の動作について説明する。まず、プログラム S_i は、画像符号化装置 2_i のエンコーダ制御部11に入力される。エンコーダ制御部11では、まず、画像並べ替え回路21によって、符号化する順番に従ってピクチャ（Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャ）の順番を並べ替え、次に、走査変換・マクロブロック化回路22によって、フレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換およびマクロブロック化を行い、次に、Iピクチャの場合には、イントラAC演算回路23によって、イントラACを算出してイントラACデータ S_{a_i} を符号化制御部15の符号化難易度計算部42に送る。また、走査変換・マクロブロック化回路22の出力データは、イントラAC演算回路23を経て、FIFOメモリ12および動き検出回路14に送られる。

【0063】

FIFOメモリ12は、符号化難易度計算部42において、符号化が終了したピクチャに引き続くN枚分のピクチャの符号化難易度を算出するのに必要な時間だけ、入力した画像データを遅延して、エンコーダ13に出力する。動き検出回路14は、動きベクトルを検出して動き補償回路39に送ると共に、ME残差データ S_{z_i} を符号化制御部15のME残差計算部41に送る。

【0064】

Iピクチャの場合には、エンコーダ13では、減算回路31において予測画像データとの差分をとることなく、FIFOメモリ12の出力データをそのままD

DCT回路32に入力してDCTを行い、量子化回路33によってDCT係数を量子化し、可変長符号化回路34によって量子化回路33の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ35によって可変長符号化回路34の出力データを一旦保持し、ビットストリームからなる圧縮符号化データ S_{t_i} として出力する。また、逆量子化回路36によって量子化回路33の出力データを逆量子化し、逆DCT回路37によって逆量子化回路36の出力データに対して逆DCTを行い、逆DCT回路37の出力画像データを加算回路38を介して動き補償回路39に入力して保持させる。

【0065】

Pピクチャの場合には、エンコーダ13では、動き補償回路39によって、保持している過去のIピクチャまたはPピクチャに対応する画像データと動き検出回路14からの動きベクトルとに基づいて予測画像データを生成し、予測画像データを減算回路31および加算回路38に出力する。また、減算回路31によって、FIFOメモリ12の出力データと動き補償回路39からの予測画像データとの差分をとり、DCT回路32によってDCTを行い、量子化回路33によってDCT係数を量子化し、可変長符号化回路34によって量子化回路33の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ35によって可変長符号化回路34の出力データを一旦保持し圧縮符号化データ S_{t_i} として出力する。また、逆量子化回路36によって量子化回路33の出力データを逆量子化し、逆DCT回路37によって逆量子化回路36の出力データに対して逆DCTを行い、加算回路38によって逆DCT回路37の出力データと予測画像データとを加算し、動き補償回路39に入力して保持させる。

【0066】

Bピクチャの場合には、エンコーダ13では、動き補償回路39によって、保持している過去および未来のIピクチャまたはPピクチャに対応する2つの画像データと動き検出回路14からの2つの動きベクトルとに基づいて予測画像データを生成し、予測画像データを減算回路31および加算回路38に出力する。また、減算回路31によって、FIFOメモリ12の出力データと動き補償回路39からの予測画像データとの差分をとり、DCT回路32によってDCTを行い

、量子化回路33によってDCT係数を量子化し、可変長符号化回路34によって量子化回路33の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ35によって可変長符号化回路34の出力データを一旦保持し圧縮符号化データ S_{t_i} として出力する。なお、Bピクチャは動き補償回路39に保持させない。

【0067】

次に、図7ないし図9の流れ図を参照して、画像符号化装置2の符号化制御部15およびコントローラ3の動作について説明する。この動作では、まず、コントローラ3は、全回線容量Total Rateの設定を行い（ステップS101）、全プログラムに対して最大ビットレート、最小ビットレート、平均ビットレート、解像度、プルダウン等の符号化条件を設定する（ステップS102）。この符号化条件に応じて、コントローラ3は、全プログラムに対して、平均符号化難易度の初期値を設定する（ステップS103）。次に、フレーム毎の処理が開始される。すなわち、まず、符号化制御部15の符号化難易度計算部42によって、全プログラムについて、ME残差等に基づいて、ピクチャ $j+N-1$ の符号化難易度が求められ、記憶される（ステップS104）。次に、コントローラ3は、全プログラムについて、符号化難易度計算部42により求められた最新のN枚の符号化難易度に基づいて、式（3）により、単位時間（1秒）当たりに換算した符号化難易度 DA_i を求める（ステップS105）。次に、コントローラ3は、この符号化難易度 DA_i を用いて、式（4）により、各プログラムの仮のビットレートTmp Rateを決定する（ステップS106）。次に、コントローラ3は、全てのプログラムに対して求められた仮のビットレート $Tmp\ Rate_1 \sim Tmp\ Rate_L$ の総和Sum Tmp Rateを式（5）により求める（ステップS107）。

【0068】

次に、コントローラ3は、仮のビットレートの総和Sum Tmp Rateが回線容量Total Rateを越えているか否かを判断する（ステップS108）。仮のビットレートの総和Sum Tmp Rateが回線容量Total Rateを越えている場合（ステップS108；Y）は、仮のビットレートTmp Rateを修正して、各プログラムの目標ビットレートRateを決定する。具体的には、まず、式（6）により、各プログラムについて目標ビットレートRateを計算する（ステップS109）。次に、最小ビット

レートMin Rateを下回るプログラムが存在するか否かを判定する（ステップS110）。最小ビットレートMin Rateを下回るプログラムが存在した場合（ステップS110；Y）は、そのプログラムのビットレートの値を最小ビットレートとして（ステップS111）、ステップS109に戻り、最小ビットレートMin Rateではないプログラムのビットレートを、式（7）によりそれらのプログラムに対して分配する（ステップS109）。また、最小ビットレートMin Rateを下回るプログラムが存在しない場合（ステップS110；N）は、コントローラ3は、全ての画像符号化装置 2_i の量子化インデックス決定部45に目標ビットレートRate i を設定する（ステップS115）。

【0069】

一方、仮のビットレートの総和Sum Tmp Rateが回線容量Total Rateを越えていない場合（ステップS108；N）も、仮のビットレートTmp Rateを修正して、各プログラムの目標ビットレートRateを決定する。具体的には、まず、式（6）により、各プログラムの目標ビットレートRateを計算する（ステップS112）。次に、最大ビットレートMax Rateを上回るプログラムが存在するか否かを判定する（ステップS113）。最大ビットレートMax Rateを上回るプログラムが存在した場合（ステップS113；Y）は、そのプログラムのビットレートの値を最大ビットレートMax Rate i として（ステップS114）、ステップS112に戻り、最大ビットレートMax Rateではないプログラムの目標ビットレートRate i を、式（8）によりそれらのプログラムに対して分配する（ステップS112）。また、最大ビットレートMax Rateを上回るプログラムが存在しない場合（ステップS113；N）は、コントローラ3は、全ての画像符号化装置 2_i の量子化インデックス決定部45に目標ビットレートRate i を設定する（ステップS115）。

【0070】

次に、量子化インデックス決定部45は、コントローラ3により設定された目標ビットレートRate i となるように量子化回路33における量子化特性値に対応する量子化インデックスを決定し、量子化回路33に送る。これに応じて、ピクチャ j の符号化が行われる（ステップS116）。なお、ピクチャ j とは、今か

ら符号化するピクチャを意味する。

【0071】

ピクチャ j の符号化が終了したら、次のピクチャの処理のために、 $j + 1$ を新たな j とし（ステップ S117）、ピクチャ j が GOP の最後のフレームであるプログラムについてのみ、生成した符号化難易度を用いて、式（9）により平均符号化難易度 Avg Difficulty を更新する（ステップ S118）。

【0072】

次に、ピクチャ j の符号化を終了するか否かを判定し（ステップ S119）、符号化を続ける場合（ステップ S119；N）は、ステップ S104 に戻り、符号化を終了する場合（ステップ S119；Y）は、図 7 ないし図 9 に示した動作を終了する。

【0073】

以上説明したように本実施の形態によれば、各プログラム毎に設定された符号化難易度と目標ビットレートとの対応関係に基づいて、各プログラム毎に、符号化難易度に対応する仮のビットレートを算出し、仮のビットレートの合計と全体の回線容量との比率により求めた目標ビットレートが、各プログラムの最大あるいは最小ビットレートの制限を越えた場合には、最大あるいは最小ビットレートにより制限し、仮のビットレートの合計から最小あるいは最大ビットレートにより制限したビットレートを差し引き、その残りのビットレートを各プログラムに配分するようにしたので、人間にとての主観的に最適な絵柄の実現を可能にすると共に、デジタル放送局の運用上必要な、平均ビットレート、最大あるいは最小ビットレートの設定に対応した目標ビットレートの割当が可能となる。

【0074】

また、本実施の形態では、GOP 每に平均符号化難易度の推定値を更新して、符号化難易度から目標ビットレートを求める変換式も変更するようにしたので、常に最適な目標ビットレートの割当を行うことができる。

【0075】

更に、本実施の形態では、目標ビットレートの算出に用いるデータとして、常に最新の N 枚の符号化難易度データを単位時間当たりの符号化難易度に換算して

目標ビットレートを求めるようにしたので、各プログラムのG O Pの位相がそろっていない状況においても、最新の状態に基づいた最適な目標ビットレートの配分を行うことができる。

【0076】

次に、図7、図8および図10を参照して、TM5等で規定されたG O P単位のレートコントロールを用いる画像符号化装置を用い、目標ビットレートの変更がG O P単位に制限された場合の本実施の形態の変形例について説明する。なお、上記実施の形態と同一構成部分については同一符号を付し、その説明は省略する。また、図8に示した分岐点②までの動作（図7、図8）は、上記実施の形態と同様である。

【0077】

目標ビットレートの変更がG O P単位に制限された場合、全てのプログラムにおいてG O Pの位相がそろっていれば一斉に目標ビットレートを変更することができるが、実際には2-3 プルダウンを行うプログラム等が混在するため、G O Pの位相はずれている。このような場合には、回線容量を越えないようにするために、目標ビットレートを下げるプログラムを優先する工夫が必要である。

【0078】

この変形例では、フレーム単位に全プログラムに対して、最小あるいは最大ビットレートを越えない目標ビットレートを決定する（ステップS110；N、ステップS113；N）までは、上記実施の形態と同様である。この変形例では、目標ビットレートRate_iを決定後、L個のプログラムのうち、G O Pの変わり目で目標ビットレートの変更可能なプログラムと、変更不可能なプログラムが存在するため、まず、目標ビットレートの変更可能なプログラムに割り当て可能なビットレートの容量Available Rateを次の式（10）により求める（ステップS120）。なお、ΣRate_kはG O Pの変わり目で目標ビットレートの変更不可能なプログラムにおける目標ビットレートの総和を意味する。

【0079】

$$\text{Available Rate} = \text{Total Rate} - \sum \text{Rate}_k \dots (10)$$

【0080】

次に、目標ビットレートの変更可能なプログラムについて、目標ビットレート Rate の総和が Available Rate を越えるか否かを判断する（ステップ S 121）。目標ビットレート Rate の総和が Available Rate を越えない場合（ステップ S 121；N）は、この目標ビットレート Rate をそのまま設定しても回線容量を越えないで、目標ビットレートの変更可能なプログラムの画像符号化装置 2_i の符号化制御部 15 の量子化インデックス決定部 45 に、この目標ビットレート Rate を設定する（ステップ S 122）。この際、回線容量が余ることになるが、これは次に難しい絵柄のプログラムに対してビットレートを上げるために使用する。

【0081】

一方、目標ビットレート Rate の総和が Available Rate を越えてしまう場合（ステップ S 121；Y）は、そのままでは回線容量を越えてしまうので、ビットレートの変更可能なプログラムについて、 Available Rate を越えないように、次の式（11）により目標ビットレート Rate を下げて、新たな目標ビットレート Rate_{i'} を決定する（ステップ S 123）。なお、 $\Sigma Rate_k$ は目標ビットレートの変更可能なプログラムの目標ビットレート Rate の総和を意味する。

【0082】

$$Rate_{i'} = Rate_i \times (Available Rate / \Sigma Rate_k) \quad \dots (11)$$

【0083】

次に、新たに決定した目標ビットレート Rate_{i'} が最小ビットレート Min Rate を下回るプログラムが存在するか否かを判定する（ステップ S 124）。最小ビットレート Min Rate を下回るプログラムが存在した場合（ステップ S 124；Y）は、そのプログラムのビットレートの値を最小ビットレート Min Rate として（ステップ S 125）、ステップ S 123 に戻り、最小ビットレート Min Rate ではないプログラムのビットレートを、式（11）によりそれらのプログラムに対して分配する（ステップ S 123）。また、最小ビットレート Min Rate を下回るプログラムが存在しない場合（ステップ S 124；N）は、コントローラ 3 は、目標ビットレートの変更可能なプログラムの画像符号化装置 2_i の符号化制御部 15 の量子化インデックス決定部 45 に、この目標ビットレート Rate を設定する（

ステップS122)。目標ビットレート $Rate_i'$ の設定後のステップS126ないしステップS129は、図8におけるステップS116ないしステップS119と同様である。

【0084】

本変形例によれば、GOP単位にしか目標ビットレートを変更できず、その位相がズれている場合でも、GOPの変わり目で目標ビットレートを変更できるプログラムについて、変更可能なプログラムの容量を越えないように、各プログラムの最新の符号化難易度および最大あるいは最小ビットレートの設定に対応した目標ビットレートの割当を行うようにしたので、常に回線容量を越えることなく、人間の視覚特性を反映した主観的な画質を大幅に向上させることができる。

【0085】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、例えば、プログラム毎の符号化難易度と目標ビットレートの対応関係は、実施の形態で挙げた例に限らず、適宜に設定可能である。また、仮のビットレートを修正して最終的な目標ビットレートを算出する方法も適宜に設定可能である。

【0086】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1ないし9のいずれかに記載の画像符号化制御装置または請求項10ないし18のいずれかに記載の画像符号化制御方法によれば、各番組データ毎に設定された符号化難易度と目標符号レートとの対応関係を用いて、取得した各番組毎の符号化難易度に対応する各番組データ毎の暫定的な目標符号レートを決定し、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるように、暫定的な目標符号レートを修正して最終的な各番組データ毎の目標符号レートを決定するようにしたので、統計多重の手法を用いながら、所定の許容値を越えることなく、人間にとての主観的に最適な絵柄の実現を可能にすると共に、各番組データ毎に、平均符号レート、最小符号レートおよび最大符号レートの設定に対応した目標符号レートの割り当てが可能となるという効果を奏する。

【0087】

また、請求項8または9記載の画像符号化制御装置あるいは請求項17または18記載の画像符号化制御方法によれば、符号化手段が、複数枚の画像単位で目標符号レートの変更が可能な場合に、各画像単位で暫定的な目標符号レートを決定し、各番組データ毎の目標符号レートの総和が所定の許容値内に収まるよう、目標符号レートの変更が可能な符号化手段についてのみ、暫定的な目標符号レートを修正して最終的な目標符号レートを決定するようにしたので、更に、複数枚の画像単位にしか目標符号量を変更することができない場合でも、所定の許容値を越えることなく、人間にとっての主観的に最適な絵柄の実現を可能にすると共に、各番組データ毎に、平均符号レート、最小符号レート、最大符号レートの設定に対応した目標符号レートの割り当てが可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る画像符号化制御装置を含む統計多重システムの概略の構成を示すブロック図である。

【図2】

図1に示した画像符号化装置の概略の構成を示すブロック図である。

【図3】

図1におけるコントローラのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図4】

本発明の一実施の形態における単位時間当たりの符号化難易度と割当ビットレートとの関係を示す説明図である。

【図5】

本発明の一実施の形態における単位時間当たりの符号化難易度と割当ビットレートとの他の関係を示す説明図である。

【図6】

本発明の一実施の形態における平均符号化難易度の推定値を更新した際の、単位時間当たりの符号化難易度と割当ビットレートの関係の変化を示す説明図である。

【図 7】

本発明の一実施の形態における各プログラムに対する目標ビットレートの割り当て動作を示す流れ図である。

【図 8】

図 7 に続く動作を示す流れ図である。

【図 9】

図 8 に続く動作を示す流れ図である。

【図 10】

本発明の一実施の形態における変形例の動作を示す流れ図である。

【図 11】

従来の固定レートにより多重化した場合の各プログラムに対する割当符号レートを説明するための説明図である。

【図 12】

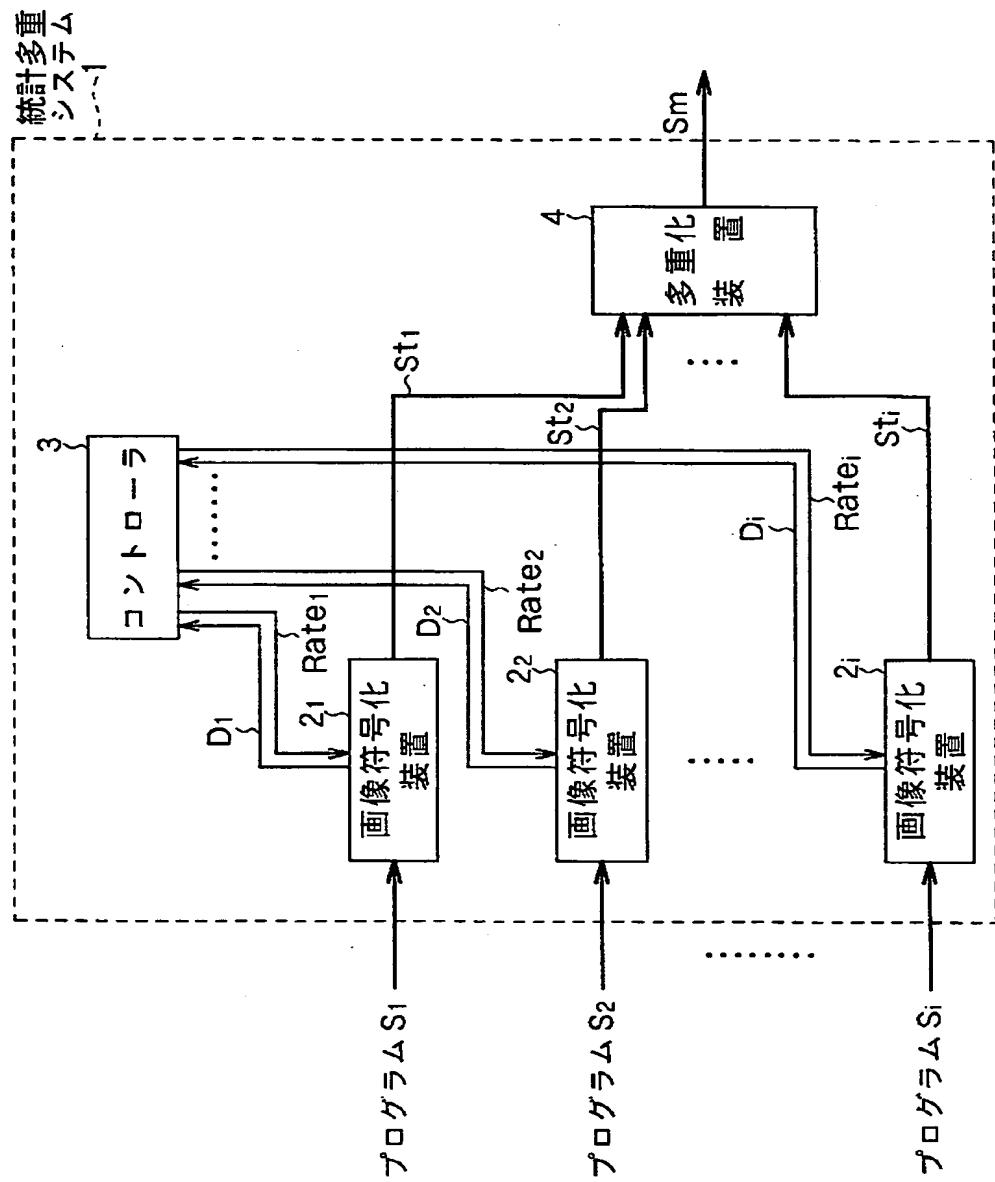
従来の符号レートを動的に変化させて多重化した場合の各プログラムに対する割当符号レートを説明するための説明図である。

【符号の説明】

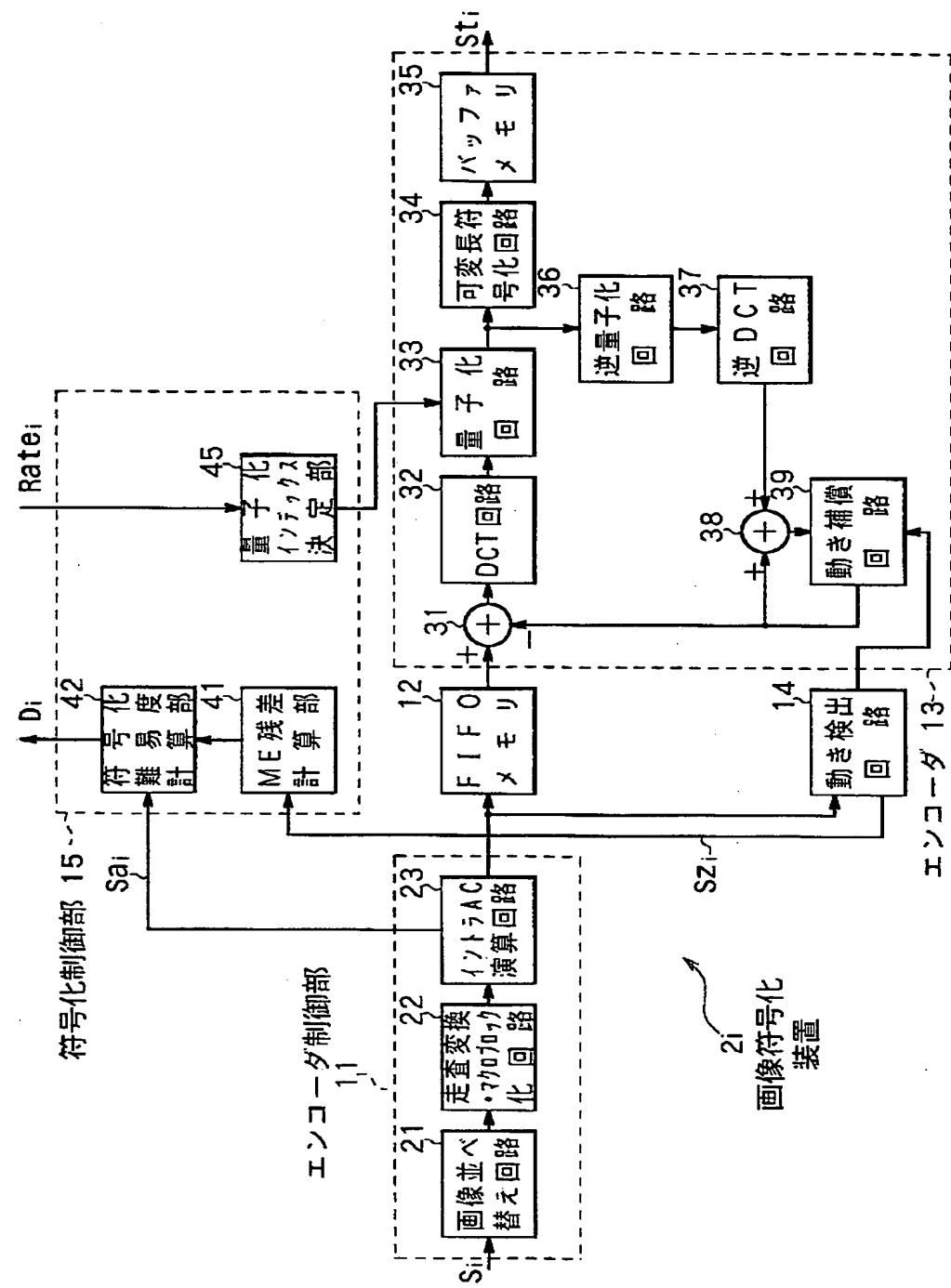
1 …統計多重システム、 2_i …画像符号化装置、 3 …コントローラ、 4 …多重化装置、 11 …エンコーダ制御部、 12 …FIFOメモリ、 13 …エンコーダ、 14 …動き検出回路、 15 …符号化制御部、 21 …画像並べ替え回路、 22 …走査変換・マクロブロック化回路、 23 …イントラAC演算回路、 31 …減算回路、 32 …DCT回路、 33 …量子化回路、 34 …可変長符号化回路、 35 …バッファメモリ、 36 …逆量子化回路、 37 …逆DCT回路、 39 …動き補償回路、 41 …ME残差計算部、 42 …符号化難易度計算部、 45 …量子化インデックス決定部

【書類名】 図面

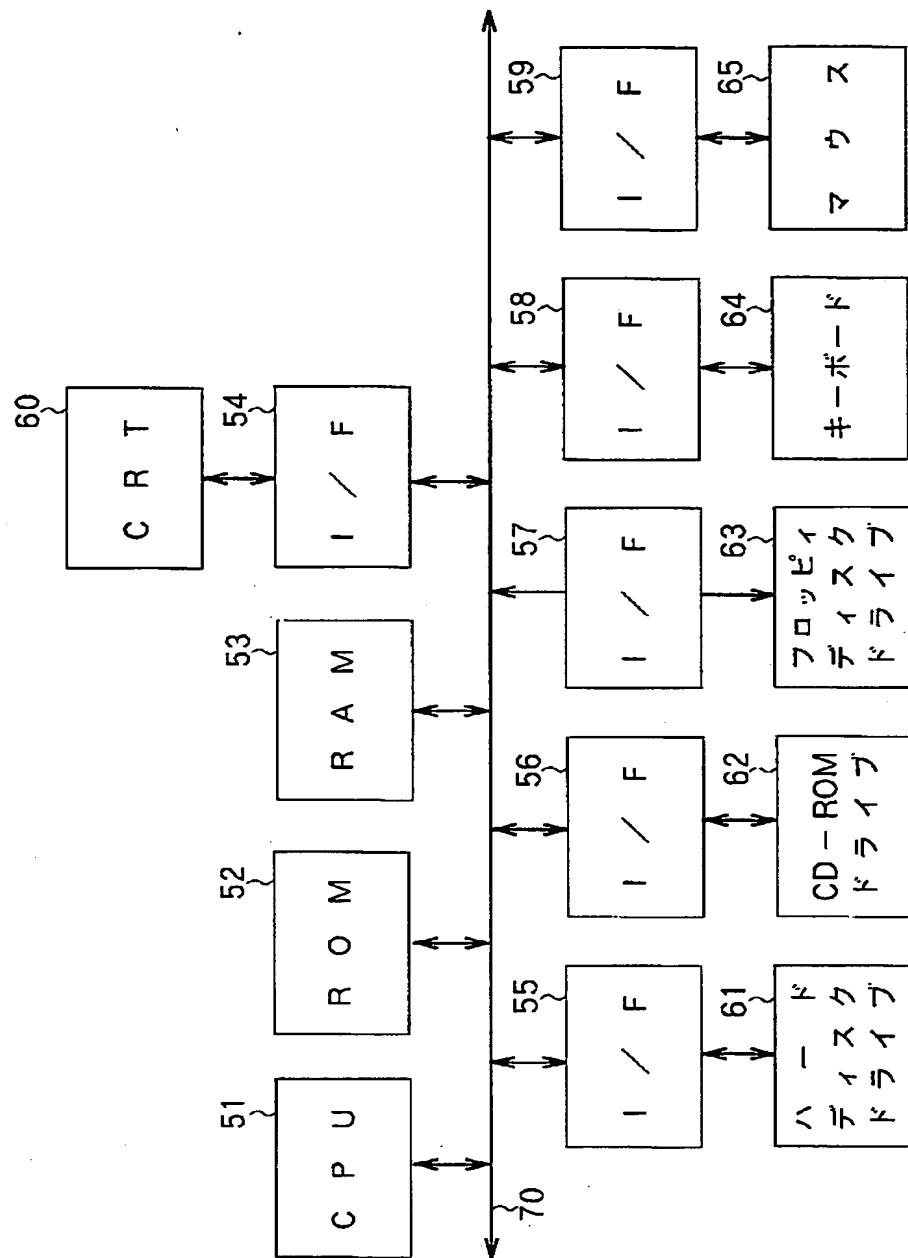
【図1】



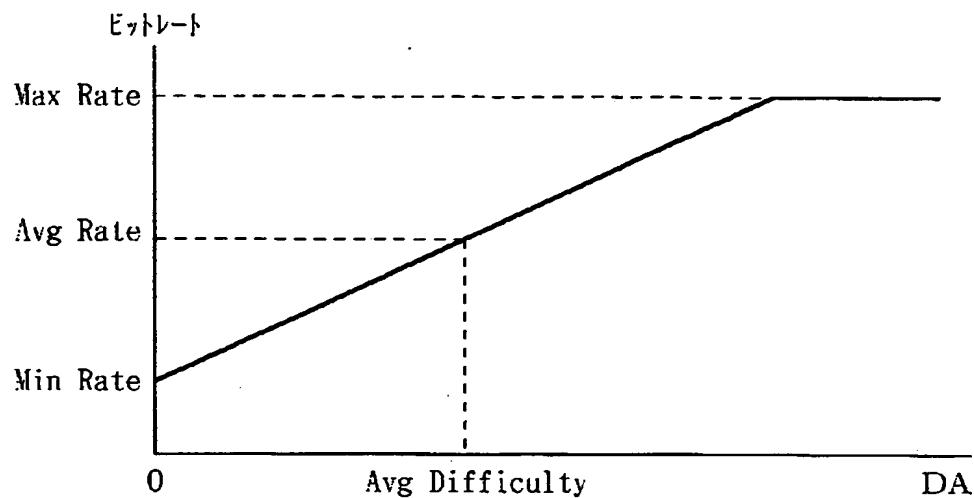
【図2】



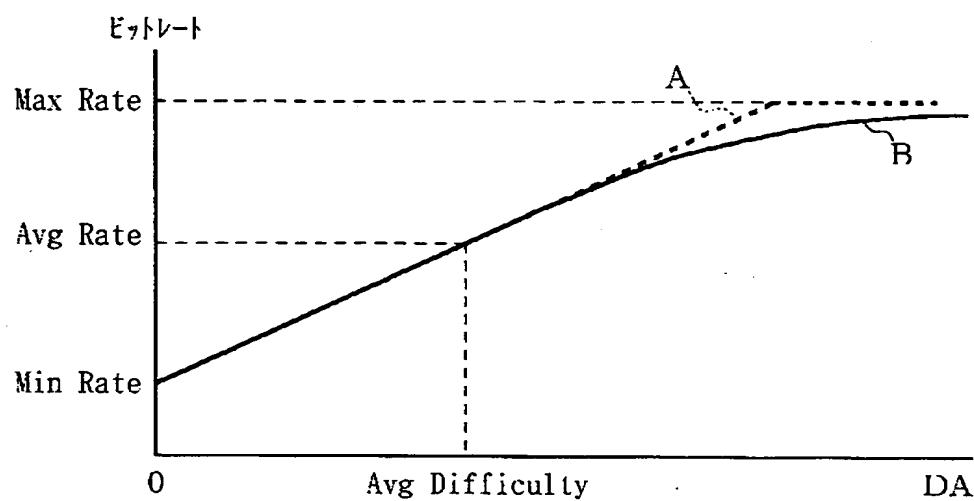
【図3】



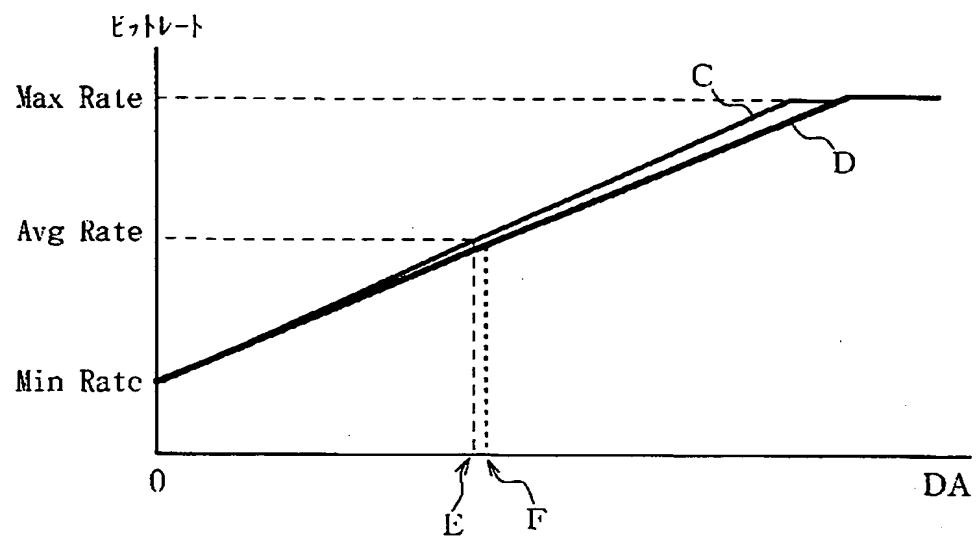
【図4】



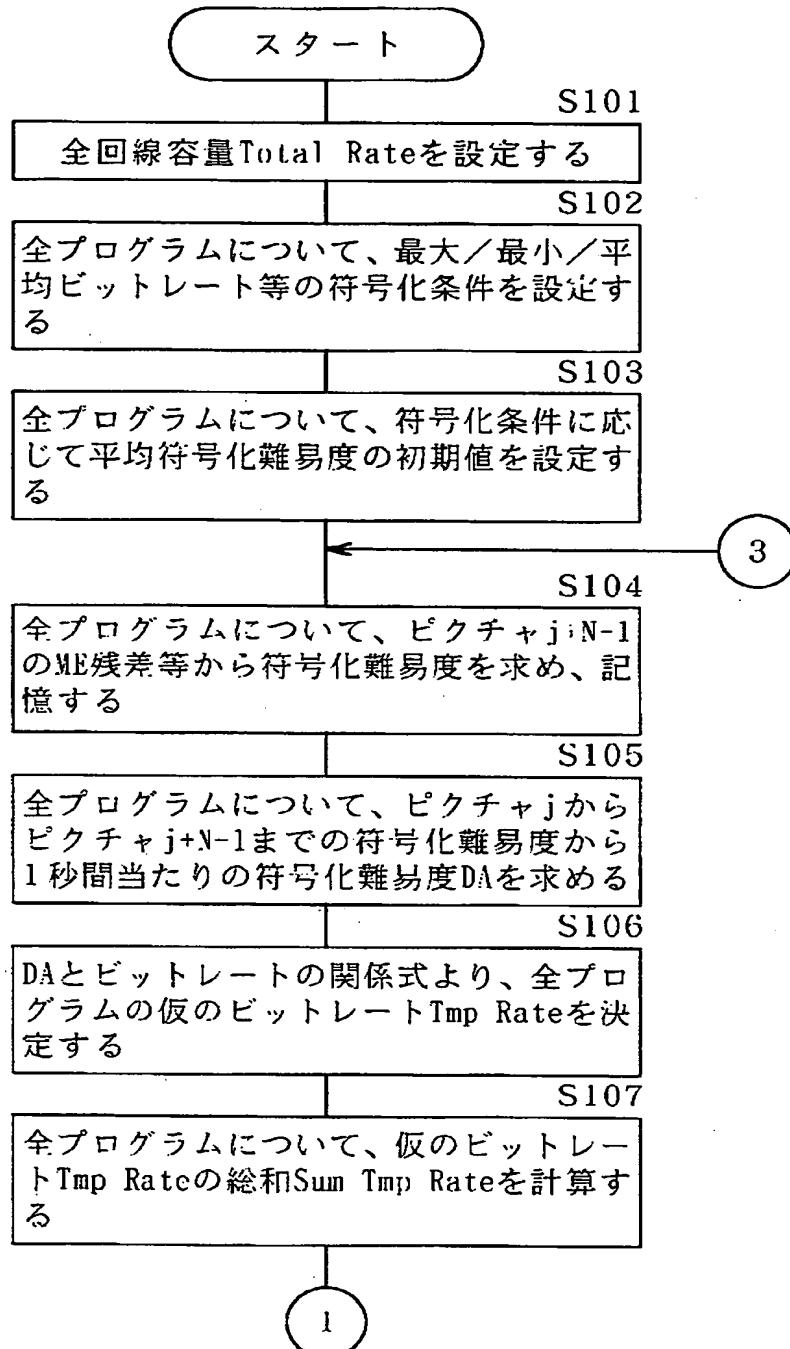
【図5】



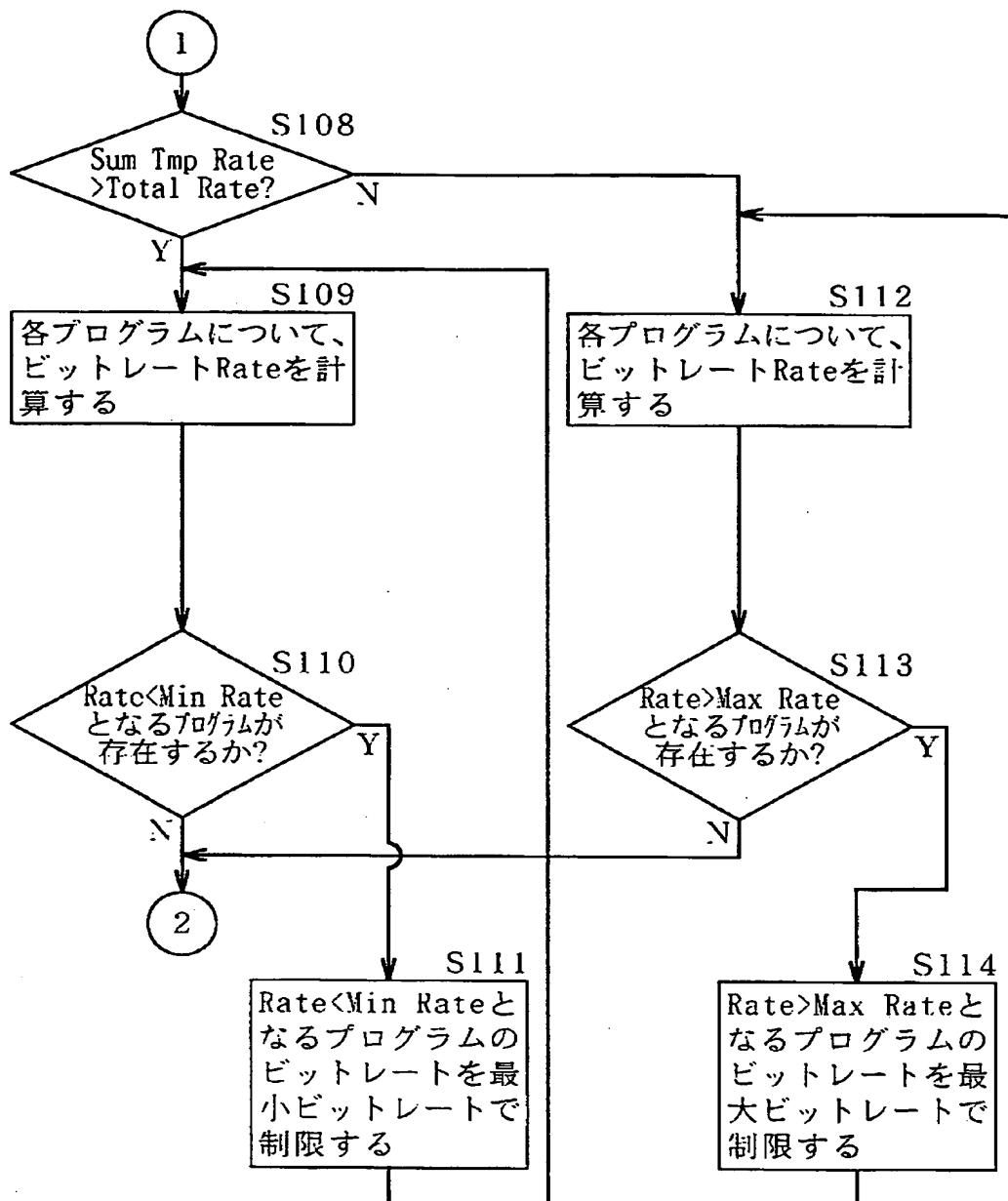
【図6】



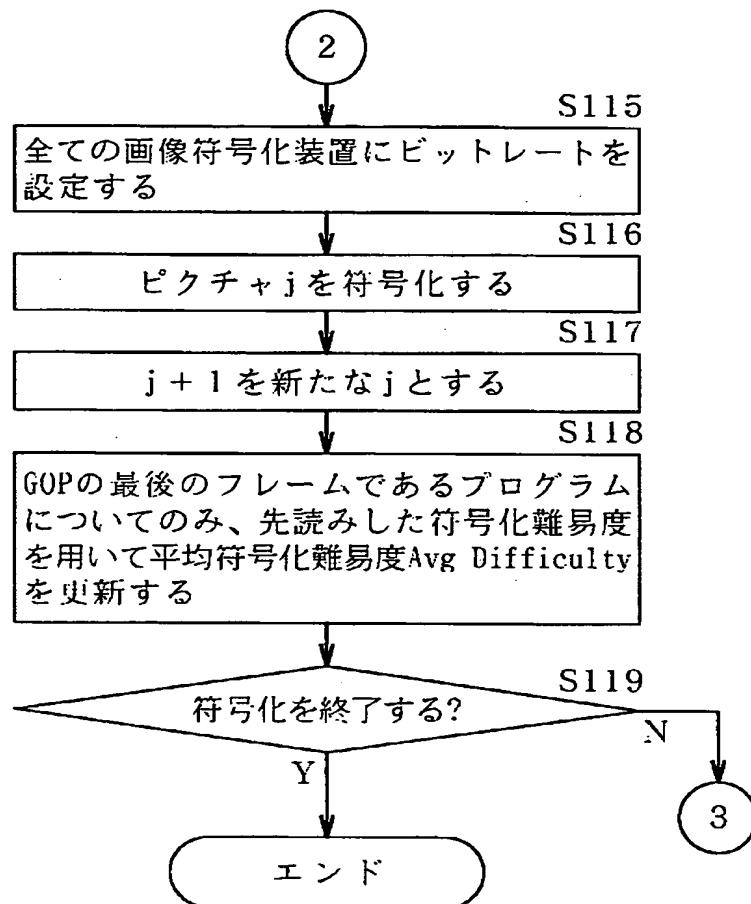
【図7】



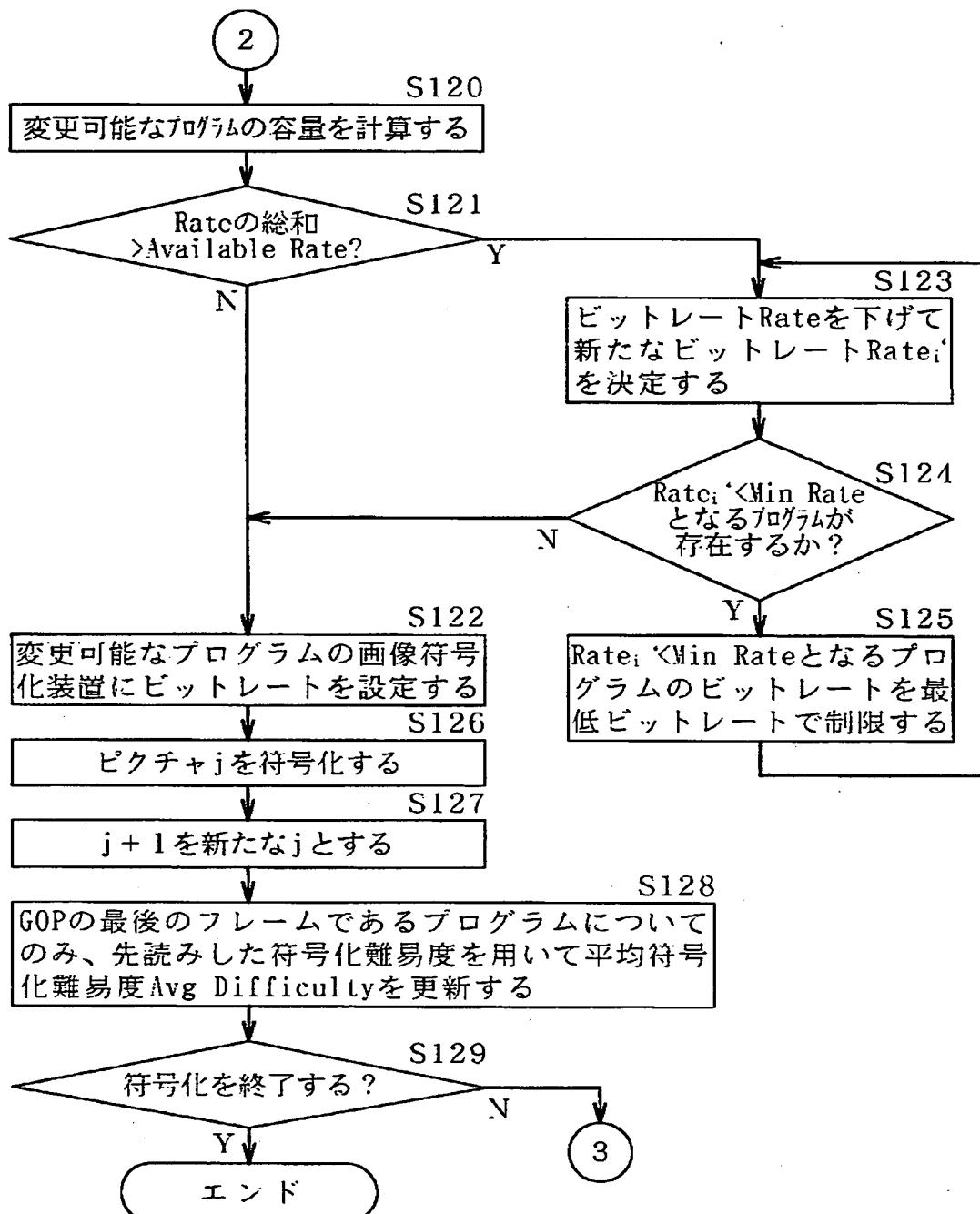
【図8】



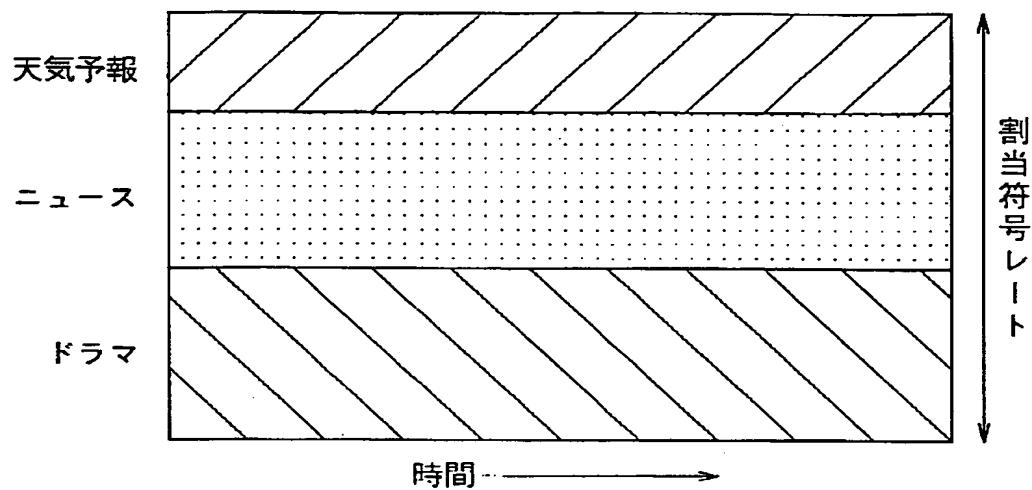
【図9】



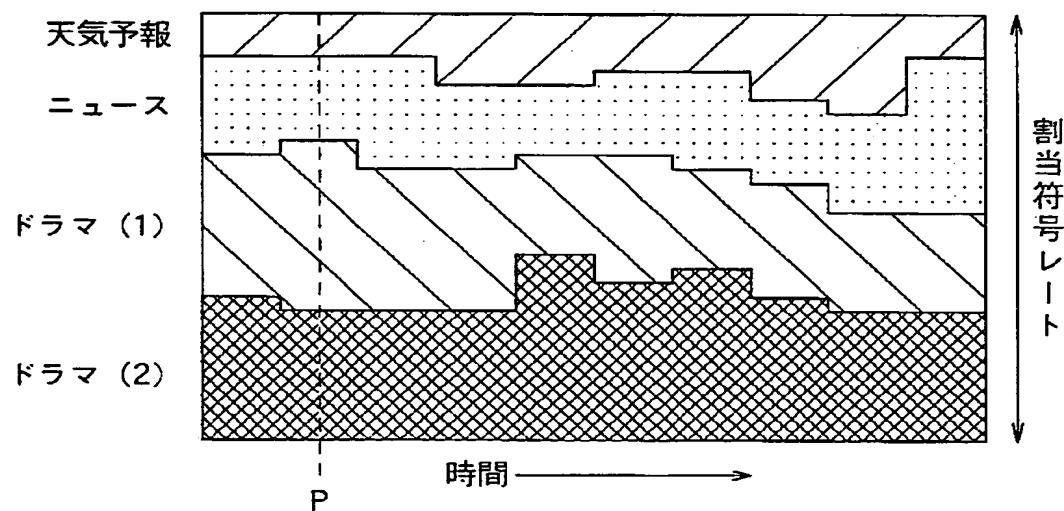
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 統計多重の手法を用いながら、人間にとての主観的に最適な絵柄の実現を可能にすると共に、各番組データ毎に、平均符号レート、最小符号レートおよび最大符号レートの設定に対応した目標符号レートの割当を可能とする。

【解決手段】 コントローラ3は、各画像符号化装置 2_i より、各プログラムの符号化難易度 D_i を取得し、符号化難易度 D_i とビットレートの変換式に基づいて、仮のビットレート $Tmp\ Rate_i$ を計算する。コントローラ3は、更に、目標ビットレート $Rate_i$ の総和が所定の許容値内に収まるように、仮のビットレート $Tmp\ Rate_i$ を修正して、最終的な目標ビットレート $Rate_i$ を決定し、各画像符号化装置 2_i に与える。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100098785

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1-14-5 新宿KMビル5階
502号 藤島・星宮国際特許事務所

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社